

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 898 998 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication  
03.03.1999 Bulletin 1999/09

(51) Int Cl<sup>6</sup> B01D 53/04

(21) Numéro de dépôt: 98402041.2

(22) Date de dépôt: 12.08.1998

(84) Etats contractants désignés  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Etats d'extension désignés  
AL LT LV MK RO SI

- Andreani, Philippe  
94270 Le Kremlin Bicetre (FR)
- Belot, Jean-Marc  
94210 La Varenne Saint Hilaire (FR)
- Dellon, Jean-Baptiste  
75013 Paris (FR)

(30) Priorité 26.08.1997 FR 9710660

(71) Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME  
POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE  
75007 Paris (FR)

(74) Mandataire: Le Moenner, Gabriel et al  
L'Air Liquide S.A.,  
DSPI,  
Service Brevets et Marques,  
75 Quai d'Orsay  
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(72) Inventeurs:  
• Monereau, Christian  
75011 Paris (FR)

(54) Appareil de séparation de gaz par adsorption et utilisation pour le traitement de flux d'air

(57) L'appareil de séparation de gaz par adsorption de type PSA comporte dans une enveloppe d'axe vertical (1) au moins un lit annulaire de matériau particulaire (5.6) supporté sur une paroi inférieure (9) elle-même supportée par une paroi prismatique ajourée (11) pre-

nant appui sur le fond bombé (2) de l'enveloppe, la paroi inférieure (9) avantageusement en forme de V inversé très ouvert (9A, 9B) n'ayant aucune partie formant avec l'horizontale un angle ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) excédant 15°  
Application notamment à la séparation de gaz de l'air

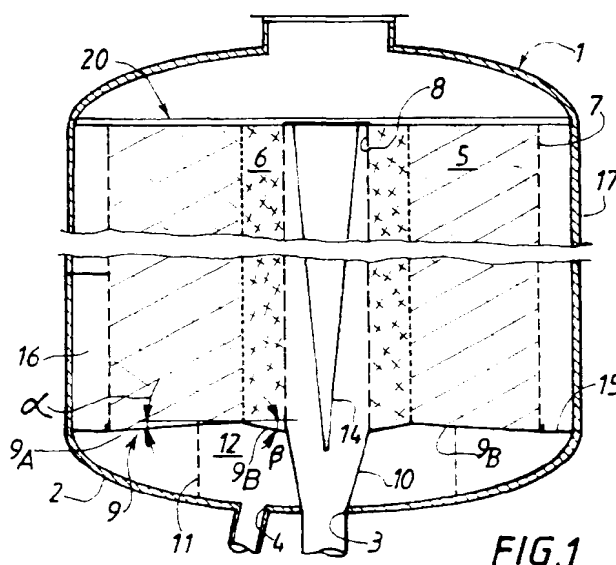


FIG.1

EP 0 898 998 A1

## Description

**[0001]** La présente invention concerne les appareils de séparation de gaz par adsorption, plus particulièrement du type PSA ou VSA (pressure/vacuum swing adsorption) du type comprenant, dans une enveloppe ayant une direction générale verticale et un fond inférieur bombé comportant un passage de gaz central et un passage de gaz latéral, au moins un volume annulaire, d'axe vertical, d'au moins un matériau particulaire, délimité inférieurement par une paroi inférieure, et au moins une première paroi prismatique pourvue d'ouvertures entre le fond bombé et la paroi inférieure.

**[0002]** Ce type d'appareil de séparation, traitant des forts débits de gaz avec des séquences de cycle rapide, pose des problèmes de circulation et de distribution des gaz, encore accrus dans les appareils avec un transit horizontal de flux gazeux au travers de l'adsorbant, comme c'est le cas ici. D'autre part, le lit annulaire est délimité par une paroi inférieure qui doit supporter le poids du volume annulaire de matériau particulaire, les forces résultant des différences de pression de part et d'autre de cette paroi, en particulier lors des étapes de repressurisation ou de dépressurisation ou se créent des pertes de charge, ainsi qu'éventuellement les forces résultant des moyens de tassement appliqués à la surface supérieure du volume de matériau particulaire.

**[0003]** Un appareil de séparation de gaz de ce type est décrit dans le document EP-A-0 759 320, au nom de la Demanderesse. Dans ce document, la paroi inférieure plane présente une épaisseur importante pour supporter les volumes de matériaux particuliers, l'espace à l'intérieur de ces derniers ainsi que l'espace entre la paroi inférieure et le fond bombé inférieur de l'enveloppe comportant des cloisons perforées pour homogénéiser les écoulements de flux gazeux dans ces espaces.

**[0004]** A la suite de recherches intensives, la Demanderesse a constaté que la forme des parois inférieures des lits d'adsorbants avait des répercussions sensibles sur une bonne répartition des flux gazeux au travers du volume annulaire de matériaux particuliers et qu'elle pouvait en particulier créer des défauts de répartition d'écoulements gazeux qui ne se limitent pas aux zones adjacentes mais se répercutaient de façon non négligeable au sein même des volumes de matériaux particuliers.

**[0005]** La Demanderesse a ainsi mis en lumière que, malgré les problèmes de résistance mécanique que cela pose, les parois de fond ne devaient pas être bombées et devaient être très peu coniques et n'avoir aucune partie formant avec l'horizontale un angle excédant 15°. Avec de telles formes, pour atteindre la résistance mécanique requise, on peut, comme dans le document sus-mentionné, prévoir une paroi de fond épaisse prenant appui sur la conduite d'amenée centrale. Toutefois, outre les problèmes de surplus de poids, l'utilisation de parois épaisses accentue les transferts thermiques ra-

diaux, ce qui modifie le profil de température des zones adjacentes des lits d'adsorbants, qui opèrent donc dans des conditions de températures différentes de celles qui se développent dans la partie adiabatique centrale de ces lits, empêchant ainsi d'atteindre le fonctionnement optimal de l'appareil. Il est également envisageable d'utiliser, sous la paroi inférieure, des raidisseurs radiaux, mais les études menées sur de telles architectures montrent que ces raidisseurs modifient sensiblement l'écoulement des gaz dans la partie inférieure de l'enveloppe en créant des canaux de circulation préférentiels vers le passage de gaz latéral.

**[0006]** La présente invention a donc pour objet de proposer de nouveaux agencements d'appareil de séparation de gaz par adsorption permettant, dans un agencement global robuste et de faibles coûts de fabrication, d'obtenir une distribution gazeuse optimale, avec une consommation énergétique minimale.

**[0007]** Pour ce faire, selon un aspect de l'invention, le volume annulaire repose sur une paroi inférieure transversale dont aucune partie ne forme avec l'horizontal un angle excédant 15° et qui est supportée par la paroi prismatique prenant appui sur le fond bombé.

**[0008]** Selon une caractéristique particulière de l'invention, la paroi inférieure a une forme de V inversé et peut reposer sur une deuxième paroi prismatique délimitant intérieurement l'espace interne dans la partie inférieure de l'enveloppe.

**[0009]** Dans un tel agencement, la différence du document sus-mentionné où la cloison perforée annulaire inférieure a pour seule fonction d'homogénéiser l'écoulement des gaz, la paroi inférieure présente un profil et une épaisseur optimisée, les charges exercées sur cette dernière étant reportées sur la partie bombée inférieure, robuste et rigide, de l'enveloppe, via une paroi prismatique épaisse, également robuste et rigide et assurant ici le double rôle de support et de distributeur de fluide.

**[0010]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation, donnés à titre illustratif mais nullement limitatif faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle en coupe verticale d'un premier mode de réalisation d'un appareil de séparation de gaz selon l'invention; et
- la figure 2 est une vue partielle de la partie basse d'une autre variante de réalisation de l'invention.

**[0011]** Dans la description qui va suivre et sur les dessins, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes chiffres de référence, éventuellement indicés.

**[0012]** Sur les figures on reconnaît un appareil de séparation PSA ou VSA typiquement pour le traitement de flux d'air, en particulier pour la production d'oxygène impur, comprenant une enveloppe 1 à géométrie de révolution d'axe vertical en configuration d'utilisation avec

un fond bombé inférieur 2 comportant un passage de gaz central 3 et un passage de gaz décalé ou latéral 4. Dans l'enveloppe 1 sont disposés un volume annulaire de particules d'adsorbant 5, typiquement une zeolithe et un lit annulaire central coaxial juxtaposé 6 de matériau particulaire destiné à retenir l'eau et le dioxyde de carbone, typiquement de l'alumine.

[0013] Le lit principal 5 est délimité périphériquement par une grille 7 à distance radialement vers l'intérieur de la virole périphérique de l'enveloppe 1, tandis que le lit central 6 est délimité intérieurement par une grille interne ou un tube distributeur central 8 dont l'extrémité inférieure est solidarisée à une paroi inférieure 9 de support d'adsorbant et à l'extrémité supérieure d'un tube distributeur divergeant 10 dont l'extrémité inférieure est solidarisée au passage de gaz central 3. Les lits 5 et 6 sont délimités en partie haute de l'adsorbant par des moyens de rétention et de tassement 20.

[0014] Selon un aspect de l'invention, la paroi annulaire inférieure 9 de support d'adsorbant est relativement mince, d'épaisseur inférieure à celle du fond bombé 2, typiquement inférieure à la moitié de cette dernière, et outre son appui sur le diffuseur 10, est supportée par une paroi prismatique, avantageusement cylindrique 11, d'épaisseur supérieure à celle de la paroi 9, coaxiale au tube diffuseur 10 et prenant appui sur le fond bombé 2 de l'enveloppe 1. La paroi 11 délimite avec le tube 10 un espace interne inférieur 12 dans lequel débouche l'orifice de passage de gaz 4.

[0015] La paroi prismatique 11 peut être solidarisée à la paroi de fond 9 et reposer sur le fond 2. En variante, la paroi 9 peut simplement reposer sur la paroi prismatique 11, l'équipage interne étant centré et supporté lors du transport éventuel de l'adsorbant en position non-verticale par des éléments d'entretoisement radiaux s'étendant entre la virole périphérique 17 de l'enveloppe 1 et la paroi annulaire 9, comme figuré en 15 sur la figure 1, et/ou entre la virole et la grille 7, comme la plaque figurée en 16 sur la figure 1.

[0016] La paroi prismatique 11 est formée avec une pluralité d'ouvertures sur toute sa périphérie et sur toute sa hauteur, le taux d'ajourage (surface des ouvertures par rapport à la surface totale théorique de la paroi 11) étant inférieur à 60 %, avantageusement inférieur à 30 %, et typiquement compris entre 4 et 10 %.

[0017] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, la paroi inférieure 9 est, selon un aspect de l'invention, réalisée en forme de V inversé d'ouverture très large avec une première partie tronconique extérieure 9A descendant vers l'extérieur suivant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale et une partie tronconique intérieure 9B descendant vers l'intérieur suivant un angle  $\beta$  avec l'horizontale. Selon un aspect de l'invention, les angles  $\alpha$  et  $\beta$  n'excèdent pas 15° et sont avantageusement compris entre 5° et 10°.

[0018] En variante, comme représenté sur la figure 2, la portion externe 9A peut être quasiment plane, la portion intérieure 9B conservant une concavité descendant-

tes de plus de 5°.

[0019] Comme on le voit également sur cette figure 2, selon un aspect de l'invention, la structure de support de la paroi inférieure 9 peut être doublée en une paroi prismatique perforée 11, analogue à celle précédemment décrite, mais décalée vers la périphérie de la portion 9A, et une paroi centrale 13 coaxiale à la précédente et qui peut être sensiblement dépourvue d'ouvertures, si ce n'est pour favoriser la ventilation.

[0020] Dans ce mode de réalisation, l'espace interne 12 dans lequel débouche le passage de gaz latéral 4 est celui défini entre la paroi extérieure 11 et la paroi intérieure 13.

[0021] Dans un mode de réalisation particulier, représenté sur la figure 1, la chambre interne centrale à l'intérieur de la grille centrale ou tube distributeur 8 est munie centralement d'un profilé évolutif coaxial 14 favorisant une distribution homogène du gaz sur toute la hauteur des lits annulaires 5 et 6 pour la traversée de ceux-ci.

[0022] Les appareils selon l'invention trouvent principalement une application dans la séparation de gaz de l'air, notamment pour la production d'air enrichi ou d'oxygène pur.

## Revendications

1. Appareil de séparation de gaz par adsorption, comprenant, dans une enveloppe (1) ayant un fond inférieur bombé (2) comportant un passage de gaz central (3) et un passage de gaz latéral (4), au moins un volume annulaire, d'axe vertical, (5, 6), d'au moins un matériau particulaire délimité intérieurement par une paroi inférieure (9), et au moins une première paroi prismatique (11) pourvue d'ouvertures entre le fond bombé (2) et la paroi inférieure (9), caractérisé en ce que le volume annulaire (5, 6) repose sur une paroi inférieure transversale (9) dont aucune partie ne forme avec l'horizontale un angle excédant 15° et qui est supportée par la paroi prismatique (11) prenant appui sur le fond bombé (2).
2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le taux d'ajourage de la paroi prismatique (11) est inférieur à 60 %.
3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que le taux d'ajourage de la paroi prismatique (11) est inférieur à 30 %.
4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que le taux d'ajourage de la paroi prismatique (11) est compris entre 4 et 10 %.
5. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi inférieure (9) est

en forme de V inversé (9A 9B)

6. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi inférieure (9) repose en outre sur une deuxième paroi prismatique délimitant avec la première paroi prismatique un espace interne annulaire (12) dans lequel débouche le passage de gaz latéral (4) 5
7. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi inférieure transversale (9) a une épaisseur inférieure à celle du fond inférieur bombé (2) 10
8. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (15, 16) de centrage disposés radialement entre l'enveloppe (1) et le volume annulaire (5, 6) 15
9. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un diffuseur conique (10) reliant le passage de gaz central (3) au bord intérieur de la paroi inférieure (9) 20
10. Utilisation d'un appareil selon l'une des revendications précédentes pour le traitement de flux d'air. 25

30

35

40

45

50

55



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 98 40 2041

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,D	EP 0 759 320 A (L'AIR LIQUIDE) 26 février 1997	1-4.8,10	B01D53/04
A	* revendication 1; figure 2 *	5-7,9	
A	US 4 374 095 A (DOUGLAS J. LEGG) 15 février 1983 * figure 1 *	1-10	
A	EP 0 778 082 A (L'AIR LIQUIDE) 11 juin 1997 * figure 4 *	1-10	
A	DE 196 00 549 A (LINDE AG) 10 juillet 1997 * figure 1 *	1-10	
A	EP 0 118 349 A (L'AIR LIQUIDE) 12 septembre 1984		

## DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

B01D  
B01J

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>	Date d'achèvement de la recherche <b>25 novembre 1998</b>	Examineur <b>Bogaerts, M</b>
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X particulièrement pertinent à lui seul  Y particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A amène plan technologique  O divulgation non écrite  F document intercalaire</p> <p>T théorie ou principe à la base de l'invention  E document de l'état de la technique antérieur mais publié à la date de dépôt ou après cette date  D cité dans la demande  C cité pour d'autres raisons  &amp; membre de la même famille: document correspondant</p>		

EP 0 898 998 A1 (PC 4002)

